

## ⑫ 特 許 公 報 (B 2)

平4-9467

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>

G 01 N 22/00

// D 06 H 3/00

識別記号

B  
S

庁内整理番号

7172-2J  
7172-2J  
7199-3B

⑭公告 平成4年(1992)2月20日

発明の数 1 (全5頁)

⑬発明の名称 試料の構成繊維の配向測定装置

⑮特 願 昭60-45382

⑯公 開 昭61-204549

⑰出 願 昭60(1985)3月7日

⑱昭61(1986)9月10日

⑲発 明 者 大 崎 茂 芳 兵庫県尼崎市常光寺元町1丁目11番地 神崎製紙株式会社  
神崎工場内⑲発 明 者 永 田 伸 一 兵庫県尼崎市常光寺元町1丁目11番地 神崎製紙株式会社  
神崎工場内⑲発 明 者 藤 井 良 彦 兵庫県尼崎市常光寺元町1丁目11番地 神崎製紙株式会社  
神崎工場内

⑳出 願 人 神崎製紙株式会社 東京都中央区銀座4丁目9番8号

㉑代 理 人 弁理士 梶 浩 介

審 査 官 時 枝 裕 子

㉒参 考 文 献 特開 昭57-169661 (JP, A) 特開 昭55-134345 (JP, A)

特公 昭57-52533 (JP, B 2)

1

2

## ㉓特許請求の範囲

1 高周波電波の発射端を試料に向けて配置し、試料に対してこの発射端と同じ側に試料からの反射高周波電波の受波端を配置して試料からの反射電波を検出する手段を設けると共に、試料を入射電波の入射方向を軸として回転させる機構或は試料への入射電波の偏波方向を回転させる機構を設けたことを特徴とする試料の構成繊維の配向測定装置。

## 発明の詳細な説明

## イ 産業上の利用分野

本発明はシート状或は板状、棒状、ブロック状等の各種の材料の繊維の配向度合等の異方性を高周波を用いて測定する装置に関する。

機械抄きの紙はその製造方法から自然に繊維の方向が或程度揃って来る。これらの単一物質よりなる材料でなく、繊維質と基質とよりなる複合材料例えばカーボン繊維を混入して強化したプラスチック等では意識的に繊維の方向を揃えて引張強度を高めることが行われている。このように材料で

或は分子の方向が或程度揃っているものが多く、繊維の方向が揃っている度合即ち配向性の度合を一定に保つことは製品の均一性を得るために必要である。従って材料の検査、製造工程の途中で繊維の配向を迅速に測定できる装置の必要性も高い。

## ロ 従来の技術

配向測定法として古くから行われている方法は機械的方向でシート状の被検材料から色々な方向で短冊状のテストピースを切取り、その引張強度を測定し、テストピースの切出し方向と引張強度との関係を極座標で表すと楕円或はまゆ形の図形が得られるので、その長径、短径の比から配向度を測定するものである。この方法は破壊検査であり、また非常に時間がかかるので、最終製品の抜き取り検査にしか適用できず、工程途中の半製品で測定して結果をより初期の工程にフィードバックする目的には不向きであつた。このため分子の配向に対しては赤外線偏光2色性を利用する方法が提案されたが、この方法では試料が余り厚くなく使用する赤外光に対して相当に透明であるこ

とが必要であり、適用される材料が限定される。より広い範囲に適用されるものとして赤外光の代わりにマイクロ波電波を利用する方法が提案された（特開昭59-224547号）。この方法では繊維を含む材料の繊維の配向も測定することができる。

上記提案の方法は電波の試料による吸収が電波の電界方法と分子或は繊維の配向方法との関係で変化することを利用するものであるが、配向を高感度で検出するために、吸収率そのものを測定するより空洞共振器の中に試料を入れ、空洞共振器のQ値或は共振周波数が試料の向きによつて変化するのを測定するようにしている。この場合空洞共振器には試料を出入させる隙間をあけておく必要があり、他方共振器のQ値の高い方が良いので、隙間は余り広くできない。このため試料の出入がやり難く、工程途中の測定には不向きであり、試料に対して電波の電界方向を回転させる機械的構造も複雑になる。即ち試料が帯状材である場合、これを非破壊で検査するためには空洞共振器を上下に分割し、その間に試料の帯状材を通し、上下の空洞共振器を同期的に回転させる構造とせねばならないから、構造的に大変複雑になるのである。

#### ハ 発明が解決しようとする問題点

高周波を利用する上述既提案の方法では被測定材料の両側に装置が分散配置されるため構造的に複雑となり、試料の出入口がせまく、測定空間が閉鎖されているため試料が扱いにくいと言つた問題があり、また電波が試料を透過できることが必要なので、赤外光を用いる場合よりはましであるが、試料の厚さに制限があり、紙でも0.3mm程度が限度でボール紙等の測定は困難であり、一般的なシート材、棒材、ブロック等の測定はできないと言つた問題がある。本発明は高周波電波を利用する場合のこれらの問題を解決するものである。

#### ニ 問題点を解決するための手段

試料面に高周波電波を入射させ、試料の同じ側で反射電波を検出し、入射電波の電界と試料とを相対的に回転させて、そのときの反射電波の検出強度の変化を測定するようにした。

#### ホ 作用

高周波電波を用いる上記既提案の方法は電波の吸収が試料内の分子、繊維等の配向方向によつて異なることを利用したものである。光からの類推

によれば、反射は試料表面で起り、試料表面で一部反射し、一部試料内に進入し、進入した分が一部吸収されて残部が透過する。従つて透過電波は配向性に関する情報を持つているが、反射電波は配向性に関する情報は持っていないと予想される。しかし実験してみると、マイクロ波において反射電波も繊維の配向性に関する情報を持つていることが明かとなつた。これは有機質材料の配向測定に適当な300MHz~100GHz（波長1m~0.3cm）の電波の波長と試料の厚さが同程度乃至波長の方が長いことによるものと思われる。何れにしても反射波で繊維の配向を測定するので、装置は試料の片側にまとめて配置でき、構造簡単となり、試料測定空間が開放空間になるので、試料の扱いが容易となる。例えば試料を片側から加熱しながら測定するとか反対に湿りを与えて測定する等と言つた操作も可能となり、試料表面の同一箇所を目視観察と配向測定とが同時にできる等の特徴が得られる。

#### ヘ 実施例

第1図は本発明の一実施例を示す。1は試料で回転台2上に載置される。3は導波管で開口端を試料1に向けており、開口端は電磁ホーン4になっている。導波管3の開口端と反対の端には同軸導波管変換器5がフランジ結合され、同軸導波管変換器5と発振器6とが同軸ケーブル7接続してある。導波管3の側面には別の導波管8が取り付けられ、両導波管の境界壁には管軸方向に1/4波長隔てゝスリットが切つてあり、両導波管3、8で方向性結合器10を構成しており、導波管8の下端は無反射端にしてある。従つて導波管3を下方方向に進行する波が分かれて導波管8に入つても下端の無反射端で吸収されてしまう。他方導波管3内を情報に進む波が導波管8に分かれると導波管8内を情報に進行して同管の上端に結合された同軸導波管11、同軸ケーブル12を経て検出器13に入射し検出される。導波管3の電磁ホーン接続部の近くに管軸方向位置調節可能にスタブ14を取付けてある。試料台2には無反射塗料が塗つており、入射したマイクロ波を吸収してしまうようにしてある。試料を置かない状態で試料台2に向かつてホーン4からマイクロ波を発射し、スタブ14の管軸方向の位置及び管内への突出量を調節して検出器13の検出出力が最小になるように

すると、導波管 3 の管端からの反射が最小になる。このように調整しておいて試料台 2 に試料 1 を載せ、試料台 2 を回転させて、その角位置と検出器 13 の出力との関係を極座標形式で記録すると、試料方向と入射マイクロ波の電界方向との角度とマイクロ波反射率との関係が求まる。と言うのは導波管 8 内に分流して検出器 13 に検出されるマイクロ波は導波管 3 内を上方に向かう波だけであり、導波管 3 の管端反射は最小になるようなしてあるので、検出器 13 で検出されるのは実際上殆ど試料からの反射波だからである。なお導波管 3 の開放端はホーンを着けるだけで管端反射を打ち消すためのスタブ 14 はなくてもよく、反対に管端反射を完全になくしたいときはインピーダンス整合用の空洞を導波管とホーンの間に挿入してもよい。

第 2 図は本発明の他の実施例を示す。この実施例は前記実施例で試料 1 を回転させる代わりに、導波管 3 の途中にロータリジョイント 15 を挿入し、これを回転させて試料 1 に入射するマイクロ波の電界方向を回転させるようにしたもので、この型では試料は帯状材を長さ方向に送りながら測定することができるので、帯状材の製造工程途中での測定が可能である。

上述各実施例で試料の背面の試料台 2 に無反射塗料を塗布するのは試料を透過したマイクロ波が他物に当たって反射され、検出器 13 に入射して試料から反射されたマイクロ波に対するバックグラウンドレベルを高め、試料の異方性に対する信号の S/N 比を低下させることがないようにするためである。試料台を金属にしてマイクロ波をよく反射するようにしておいても同じ効果が得られる。紙とか木材のような木質繊維が配向した試料の場合、マイクロ波の電界方向が透過マイクロ波の減衰の大きい方向で反射率も低いので、薄い試料の測定では検出器 13 で検出されるのは試料による反射波と、試料を透過して試料台で反射され再び試料を透過して試料によって二回減衰作用を受けた波で、両者は試料の繊維配向の情報を同相で担っているの、繊維配向に関する信号が強め合うことになり、測定感度が向上する。

第 3 図の実施例はマイクロ波発振器 6 にパルス状マイクロ波発振器を用いたものである。第 1 図の実施例と対応する部分には同じ符号を付し一々

の説明は省略する。検出器 13 の出力はパルス状でゲート回路 17 を通して平滑回路 18 に印加され平滑化されて記録装置 19 に入力される。ゲート回路 17 は発振器 6 の出力パルスを遅延回路 20 で遅延させたパルス信号で開かれるようになっており、ゲート回路 17 が開くタイミングが試料 1 からの反射波の検出出力が検出器 13 から出力されるタイミングと一致するように遅延回路 20 の遅延時間が設定されている。電磁ホーン 4 から発射されるマイクロ波の方向は広がりを持っているので、試料透過波が他物体で反射されて検出器 13 に入射するのを防いだだけでは試料以外の物体からの反射波の妨害を排除することができない。しかしこの実施例ではゲート回路 17 が開かれるタイミングが試料からの反射波が検出されるタイミングと合わせてあるので、他物体からの反射波の妨害作用を著しく低下させることができる。

第 4 図は第 1 図の構成による実施例を示す。第 4 図 a は試料として厚さ 10mm の松の板材を用い、使用周波数は 3490.25MHz、図の動径方向がマイクロ波の電界方向で、松の繊維の方向は y 軸方向であり、動径長が反射波検出出力の相対値を示す。グラフはほぼ楕円を呈し長径対短径比は 1.9 : 1.0 である。この実施例の場合、木材板の厚さ 10mm では透過マイクロ波は検出できず、従来法では測定不可能である。第 4 図 b は機械抄き紙を試料としたもので、使用周波数 3491.85MHz、y 軸方向がパルプ懸濁水の流れ方向で、繊維はその方向に配向しているが、グラフの長径短径の比は 1.3 : 1.0 で松材の繊維配向より配向度合いが低い。第 4 図 c はカーボン含有エポキシ樹脂板で厚さ 5mm のものを試料としたもので、使用周波数は 3475.13MHz、y 軸方向は樹脂の延伸方向でカーボン繊維の配向の著しいことが判る。この例の場合も透過マイクロ波の検出は殆ど不可能である。

#### ト 効果

本発明においては、高周波の試料からの反射波を検出するものであるから、装置が試料の片側にまとまって配置され、このことは長く続く帯状材、大面積試料、コンベアにより移送され物品等の材質の異方性の測定に当た大へん有利な特徴で、装置構造が簡単となる。また試料を空洞共振器のような閉鎖空間内に導入するのではなく、開放

7

8

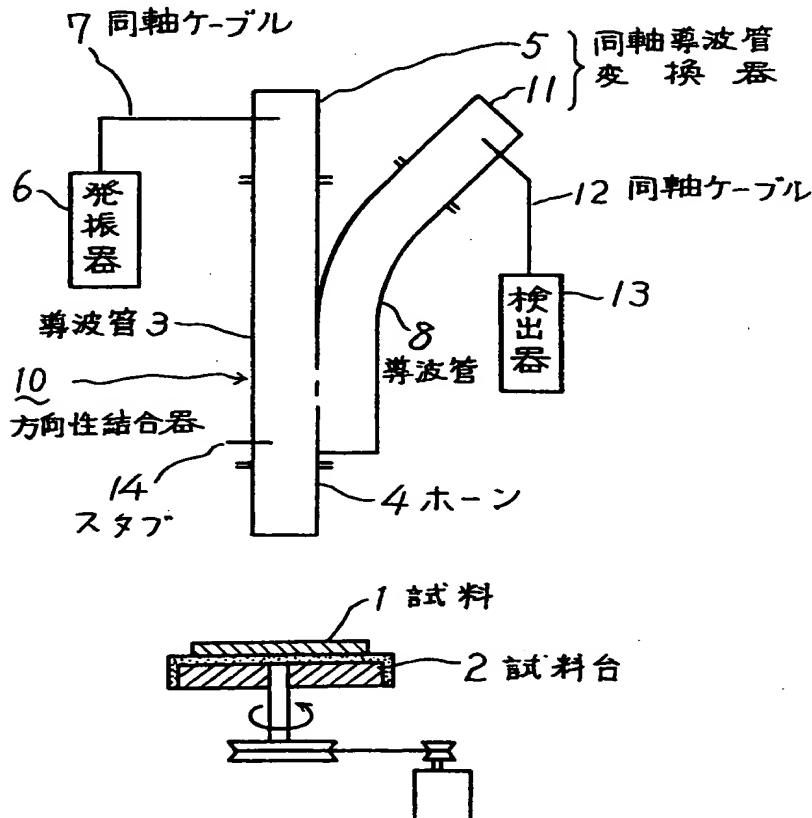
的な状態で測定ができるので、試料の出入交換が容易であり試料の形状についての制限がなく、どのような物品でもそのまま測定ができ、従つて非破壊検査に好適である。更に反射波を検出するものであるから、透過電波が殆ど検出されないような厚い材料或は吸収の大きい材料でも測定が可能である。更に試料が開放的な空間で測定できるので、高温或は湿つて蒸気を発生しているような試料でも直接測定することができ、また試料を加熱

或は冷却しながら或は延伸しながら異方性の変化を追跡すると言つた測定も容易に実施することができる。なお反射波の検波出力から物質の複素透電率を演算により求めることも可能である。

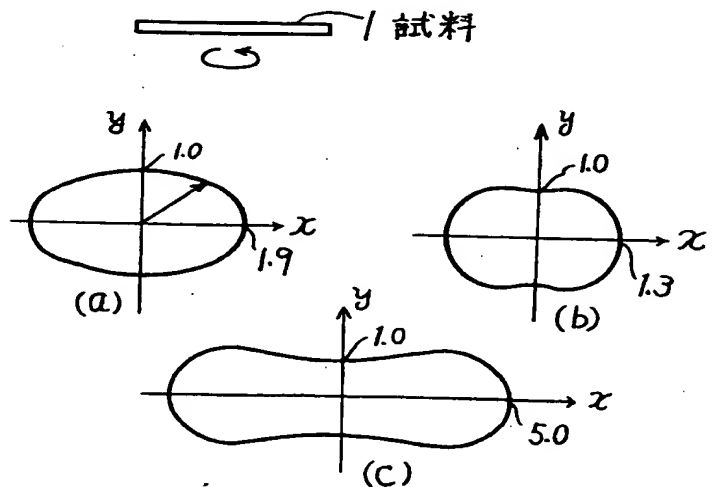
## 5 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の一実施例装置の側面図、第 2 図は他の実施例の側面図、第 3 図は更に他の実施例の側面及び構成ブロック図、第 4 図 a, b, c は夫々実測例のグラフである。

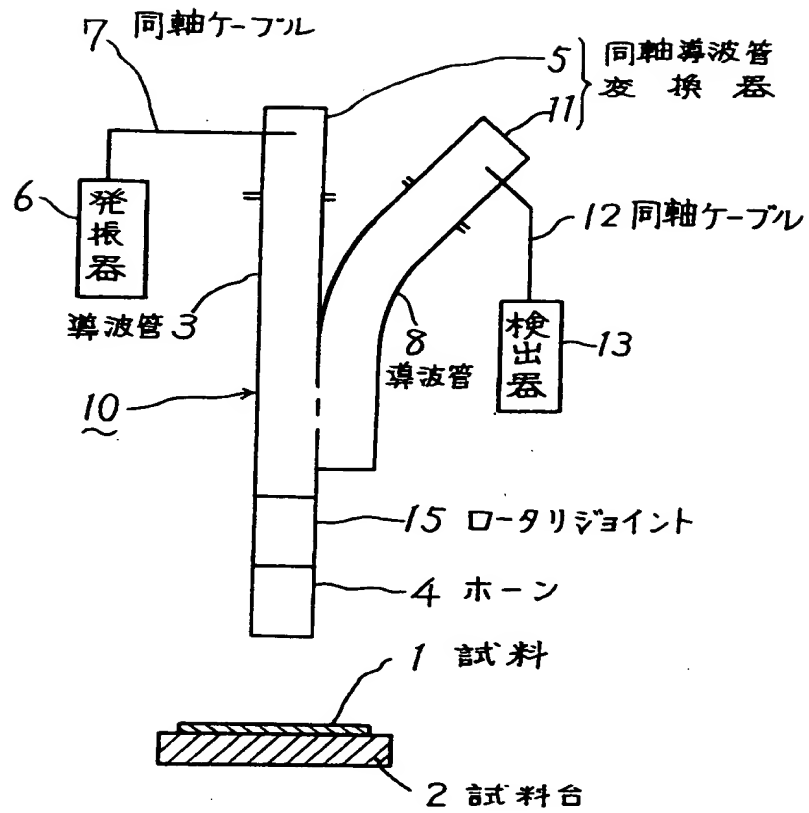
第 1 図



第4図



第2図



第3図

